

METHOD AND DEVICE FOR RECOGNIZING OBJECT

Patent Number: JP11248433

Publication date: 1999-09-17

Inventor(s): KIMURA SHIGERU; NAKANO KATSUYUKI; YAMAGUCHI HIROYOSHI; SHINPO TETSUYA; KAWAMURA EIJI; OGATA MASATO

Applicant(s): TECH RES & DEV INST OF JAPAN DEF AGENCY;; KOMATSU LTD;; SAIBUAASU:KK;; MITSUBISHI PRECISION CO LTD

Requested
Patent: ☐ JP11248433Application
Number: JP19980049519 19980302Priority Number
(s):

IPC

Classification: G01B11/24; G01B11/00; G01C3/06; G06T7/00

EC Classification:

Equivalents: JP2972924B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve measurement precision in object recognition, by distinctively providing features for better pattern matching, even in a region of intrinsic weak feature part wherein features such as pattern or edge is weak in a preprocessing image.

SOLUTION: Only data near zero with weak feature among image information values of each pixel of a pre-processing image is, as a special object, subdivided, and a translation table or function wherein the data at both ends with strong feature (such data with large value on the negative side and such data with large value on the positive side) is allocated with minimum value and maximum values, respectively, is prepared in advance, thus the pre-processing image is efficiently compressed based on it, so that, features are distinctive even in a region of weak feature part where features such as pattern and edge are weak, resulting in better pattern matching in process at later stage for significantly improved measurement precision.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①

使用後返却願います

3-03101-K5

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-248433

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K

11/00

11/00

H

G 0 1 C 3/06

G 0 1 C 3/06

A

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 1 5

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平10-49519

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月2日

(71) 出願人 390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都世田谷区池尻1丁目2番24号

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(71) 出願人 597173004

株式会社サイヴァース

神奈川県川崎市宮前区有馬2丁目8番24号

(71) 出願人 000176730

三菱プレシジョン株式会社

東京都港区三田3丁目13番16号

(74) 代理人 弁理士 木村 高久 (外1名)

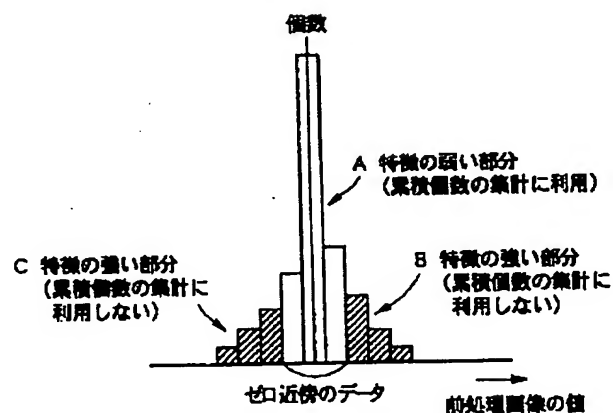
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体の認識装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 前処理画像中で模様やエッジなどの特徴が弱い本来弱特徴部分の領域であっても、特徴を明瞭に示すようにして、パターンマッチングを良好に行わせ、物体認識の計測精度を向上させる。

【解決手段】 前処理画像の各画素の画像情報の値の中で特徴の弱いゼロ近傍のデータのみを特に対象としてより細かく分割し、特徴の強い両端のデータ（マイナス側にその値が大きいデータおよびプラス側にその値が大きいデータ）にはそれぞれ最小値および最大値を割り振るような変換テーブルあるいは関数を予め用意し、これに基づき前処理画像を効率的に圧縮することにより、模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分の領域であっても、特徴がきわめて明瞭となり、後段の処理においてパターンマッチングを良好に行うことができ、計測精度を飛躍的に向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記撮像画像を原画像として、当該原画像の各画素の画像情報に基づいて2次微分フィルタをベースとしたバンドパスフィルタ処理を施すことによって、前記原画像の特徴を抽出するとともに、カメラ間の特性の差を吸収した前処理画像を生成し、さらに前記前処理画像の各画素の画像情報の値に対してゼロ近傍のデータを特に強調する変換テーブルあるいは関数を利用して前記前処理画像のデータビットを圧縮することによってデータ量を削減した圧縮画像を生成するゼロ近傍強調ヒストグラム変換手段を具え、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出する際に前記圧縮画像を用いるようにした物体の認識装置。

【請求項2】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素を示す位置に基づき、当該選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点を示す位置を、前記物体上の点までの仮定距離毎に発生する際に、前記選択画素の位置に対する前記対応候補点の位置のシフト量を、前記選択画素の位置に依存しない前記一の撮像手段の撮像画像全体に対する前記他の撮像手段の撮像画像全体の全体シフト量と、前記選択画素の位置に依存する局所シフト量とに分割し、これら全体シフト量と局所シフト量のデータを対応候補点位置情報圧縮格納手段に格納させ、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素を示す位置

と、この位置に対応する前記対応候補点位置情報圧縮格納手段に格納された全体シフト量の格納値と、局所シフト量の格納値とを加算することによって、前記対応候補点を示す位置を求めるようにした物体の認識装置。

【請求項3】 前記選択画素の位置に依存しない前記一の撮像手段の撮像画像全体に対する前記他の撮像手段の撮像画像全体の全体シフト量は、前記撮像手段の取付歪を補正するために設定された、前記仮定距離に応じて変化する補正量のことであり、前記選択画素の位置に依存する局所シフト量は、前記撮像手段のレンズの歪を補正するために設定された、前記仮定距離および前記選択画素の位置に応じて変化する補正量のことである請求項2記載の物体の認識装置。

【請求項4】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の位置を、前記物体上の点までの仮定距離を順次変化させることによって順次発生して、当該対応候補点の画像情報を抽出する際に、前回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点の位置と、前回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報と、今回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報とに基づいて、今回の仮定距離における対応候補点の画像情報を抽出するようにした物体の認識装置。

【請求項5】 前回の仮定距離で発生された対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点の位置とに基づく、これらの位置関係に応じて、前回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報と、今回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報とにそれぞれ乗算すべき補間係数を求め、これら補間係数と、これら各画像情報とに基づく所定の演算によって、今回の仮定距離における対応候補点の画像情報を抽出するようにした請求項4記載の物体の認識装置。

【請求項6】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で

対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記仮定距離の大きさ毎に、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を順次算出していくことによって仮定距離に対する類似度の分布を求め、前記類似度の分布を考慮して探索のきざみより細かい精度で前記物体が存在する距離を推定する距離推定手段において、前記物体が測定の限界に近いような遠方に存在する場合に前記物体が存在する前記一の撮像手段の前方の距離だけではなく、前記物体が存在しない前記一の撮像手段の後方の距離を含めた仮定距離をさらに設定することにより、前記物体が測定の限界に近いような遠方に存在する場合にも類似度の分布を考慮して、前記物体が存在する距離を推定するようにした物体の認識装置。

【請求項 7】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記撮像画像を原画像として、当該原画像の各画素の画像情報に基づいて 2 次微分フィルタをベースとしたバンドパスフィルタ処理を施すことによって、前記原画像の特徴を抽出するとともにカメラ間の特性の差を吸収した前処理画像を生成し、さらに前記前処理画像の各画素の画像情報の値に対してゼロ近傍のデータを特に強調する変換テーブルあるいは関数を利用して前記前処理画像のデータビットを圧縮することによってデータ量を削減した圧縮画像を生成するゼロ近傍強調ヒストグラム変換行程を具え、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出する際に前記圧縮画像を用いるようにした物体の認識方法。

【請求項 8】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像

中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素を示す位置に基づき、当該選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点を示す位置を、前記物体上の点までの仮定距離毎に発生する際に、前記選択画素の位置に対する前記対応候補点の位置のシフト量を、前記選択画素の位置に依存しない前記一の撮像手段の撮像画像全体に対する前記他の撮像手段の撮像画像全体の全体シフト量と、前記選択画素の位置に依存する局所シフト量とに分割し、

これら全体シフト量と局所シフト量のデータを対応候補点位置情報圧縮格納手段に格納させ、

前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素を示す位置と、この位置に対応する前記対応候補点位置情報圧縮格納手段に格納された全体シフト量の格納値と、局所シフト量の格納値とを加算することによって、前記対応候補点を示す位置を求めるようにした物体の認識方法。

【請求項 9】 前記選択画素の位置に依存しない前記一の撮像手段の撮像画像全体に対する前記他の撮像手段の撮像画像全体の全体シフト量は、前記撮像手段の取付歪を補正するために設定された、前記仮定距離に応じて変化する補正量のことであり、前記選択画素の位置に依存する局所シフト量は、前記撮像手段のレンズの歪を補正するために設定された、前記仮定距離および前記選択画素の位置に応じて変化する補正量のことである請求項 8 記載の物体の認識方法。

【請求項 10】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の位置を、前記物体上の点までの仮定距離を順次変化させることによって順次発生して、当該対応候補点の画像情報を抽出する際

に、前回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点の位置と、前回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報と、今回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報とに基づいて、今回の仮定距離における対応候補点の画像情報を抽出するようにした物体の認識方法。

【請求項11】 前回の仮定距離で発生された対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点の位置とに基づき、これらの位置関係に応じて、前回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報と、今回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報とにそれぞれ乗算すべき補間係数を求め、これら補間係数と、これら各画像情報とに基づき所定の演算によって、今回の仮定距離における対応候補点の画像情報を抽出するようにした請求項10記載の物体の認識方法。

【請求項12】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記仮定距離の大きさ毎に、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を順次算出していくことによって仮定距離に対する類似度の分布を求め、前記類似度の分布を考慮して探索のきざみより細かい精度で前記物体が存在する距離を推定する距離推定行程において、前記物体が測定の限界に近いような遠方に存在する場合に前記物体が存在する前記一の撮像手段の前方の距離だけではなく、前記物体が存在しない前記一の撮像手段の後方の距離を含めた仮定距離をさらに設定することにより、前記物体が測定の限界に近いような遠方に存在する場合にも類似度の分布を考慮して、前記物体が存在する距離を推定するようにした物体の認識方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、物体の認識装置およびその方法に関し、異なる位置に配置された複数の撮像手段による画像情報から三角測量の原理を利用して認識対象物体までの距離情報など、認識対象物体の3次元情報を算出して、この3次元情報を用いて物体を認識す

るような場合に適用して好適な装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、撮像手段たる画像センサの撮像結果に基づき認識対象物体までの距離を計測する方法として、ステレオビジョン（ステレオ視）による計測方法が広く知られている。

【0003】 この計測方法は2次元画像から、距離、深度、奥行きといった3次元情報を得るために有用な方法である。

【0004】 すなわち、2台の画像センサを例えば左右に配置し、これら2台の画像センサで同一の認識対象物を撮像したときに生じる視差から、三角測量の原理で対象物までの距離を測定するという方法である。このときの左右の画像センサの対は、ステレオ対と呼ばれており、2台で計測を行うことから2眼ステレオ視と呼ばれている。

【0005】 図8は、こうした2眼ステレオ視の原理を示したものである。

【0006】 同図に示すように、2眼ステレオ視では、左右の画像センサ1、2の画像#1（撮像面1a上で得られる）、画像#2（撮像面2a上で得られる）中の、対応する点P1'、P2の位置の差である視差（ディスパリティ）dを計測する必要がある。

【0007】 一般に視差dは、3次元空間中の点50a（認識対象物体50上の点）までの距離zとの間に、次式で示す関係が成立する。

$$【0008】 z = F \cdot B / d \quad \dots (1)$$

ここに、Bは左右の画像センサ1、2間の距離（基線長）であり、Fは画像センサ1のレンズ31、画像センサ2のレンズ32の焦点距離である。通常、基線長Bと焦点距離Fは既知であるので、視差dが分かれば、距離zは一義的に求められることになる。

【0009】 この視差dは、両画像#1、#2間で、どの点がどの点に対応するかを逐一探索することにより算出することができる。このときの一方の画像#1上の点P1に対応する他方の画像#2上の点P2のことを「対応点」と以下呼ぶこととし、対応点を探索することを、以下「対応点探索」と呼ぶことにする。物体50までの距離を仮定したとき、この仮定距離をもって探索される一方の画像#1上の点P1に対応する他方の画像#2上の点のことを以下「対応候補点」と呼ぶことにする。

【0010】 2眼ステレオ視による計測を行う場合、上記対応点探索を行った結果、真の距離zに対応する真の対応点P2を検出することができれば、真の視差dを算出することができたことになり、このとき対象物50上の点50aまでの真の距離zが計測できたといえる。

【0011】 こうした処理を、一方の画像#1の全選択画素について実行することにより、距離情報を付与した画像（距離画像）が生成されることになる。

【0012】上記対応点を探索して真の距離を求める処理を、図9、図10、図11を用いて詳述する。

【0013】図11は、従来の2眼ステレオ視による距離計測装置（物体認識装置）の構成を示すブロック図である。

【0014】基準画像入力部101には、視差 d （距離 z ）を算出する際に基準となる画像センサ1で撮像された基準画像#1が取り込まれる。一方、画像入力部102には、基準画像#1上の点に対応する対応点が存在する画像である画像センサ2の画像#2が取り込まれる。

【0015】前処理部103、104では、それぞれ取り込まれた画像#1、#2のそれぞれに対して、後述するLoGフィルタなどにより原画像の特徴を抽出した前処理画像が出力される。ここで、LoGフィルタなどにより原画像の特徴を抽出した前処理画像を求めるのは、つぎのような理由による。

【0016】すなわち、後段の類似度算出部109で、仮に、基準画像#1の選択された画素の明度と、画像#2の対応点の明度とを比較することで、これらの類似度を算出した場合には、2つの画像センサ1、2間の特性の違い、観測方向の違いなどにより、対象物50上の同一点50aに対応する両画像センサ1、2の両画素において必ずしも同一の明度にはならないことがある。つまり、2つの画像センサ1、2で取り込んだ原画像#1、#2をそのまま利用すると、対応する画素同士の明度を同じ基準で対比することができないことがあり、計測精度が低下する場合がある。

【0017】そこで、LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタ等の2次微分フィルタをベースとしたバンドパスフィルタ処理などをかけて、原画像の特徴を抽出した前処理画像を生成し、この前処理画像#1a、#2aの両画素の画像情報同士を比較することで、これらの類似度を算出するようにしている。かかる前処理画像は、2つの画像センサ1、2間の特性の違い、観測方向の違いが吸収されており、対応する画素同士の画像情報を、同じ基準で対比することができる。

【0018】ステレオ画像処理に関する代表的な論文として、「ビデオレート・ステレオマシン」（日本ロボット学会誌、1995-02、Vol. 13、CMU：金出武雄、防衛庁：木村茂）が知られており、この論文には、基線長の異なる複数のステレオ対を有する多眼ステレオ画像処理装置における各種処理およびハードウェアの実現方法が詳しく述べられている。

【0019】上記論文では、図11のヒストグラム変換部105、106における処理の内容、つまりデータ量を削減するために、前処理画像#1a、#2aに対してさらにヒストグラム変換を行い、データビットを4ビットに有効に圧縮した画像#1b、#2bを求めることが記載されている。

【0020】つぎに、図11に示す対応候補点情報格納

部107、局所情報抽出部108、類似度算出部109、距離推定部110における処理を説明すると、まず、対応候補点位置情報格納部107では、図9の基準画像#1の各画素に対して、仮定した距離 z_n 毎に、画像センサ2の画像#2の対応候補点の位置情報が記憶、格納されており、これを読み出すことにより対応候補点の位置座標を発生する。

【0021】すなわち、基準画像センサ1の基準画像1の中から所定位置 (i, j) で特定される選択画素P1が選択されるとともに、認識対象物体50までの距離 z_n が仮定される。

【0022】そして、この仮定距離 z_n に対応する他方の画像センサ2の画像#2内の対応候補点P2の位置座標 $(X2, Y2)$ が読み出される。

【0023】つぎに、局所情報抽出部108では、このようにして対応候補点位置情報格納部107によって発生された対応候補点の位置座標に基づき局所情報を抽出する処理が実行される。たとえば、対応候補点の局所情報が、後述する4点補間によって求められる。ここで、局所情報とは、対応候補点の近傍の画素を考慮して得られる対応候補点の画像情報のことである。

【0024】さらに、類似度算出部109では、上記局所情報抽出部108で得られた対応候補点P2の局所情報F2と基準画像の選択画素P1の画像情報との類似度が算出される。具体的には、基準画像#1の選択された画素の周囲の領域と、画像センサ2の画像#2の対応候補点の周囲の領域とのパターンマッチングにより、両画像の領域同士が比較されて、類似度が算出される。つまり、類似度の安定化処理が行われる。

【0025】すなわち、図9に示すように、基準画像#1の選択画素P1の位置座標を中心とするウインドウWD1が切り出されるとともに、画像センサ2の画像#2の対応候補点P2の位置座標を中心とするウインドウWD2が切り出され、これらウインドウWD1、WD2同士についてパターンマッチングを行うことにより、これらの類似度が算出される。このパターンマッチングは各仮定距離 z_n 毎に行われる。そして同様のパターンマッチングが、基準画像#1の各画素毎に全画素について行われる。

【0026】なお、ここでは各画像センサから取り込んだ画像#1、#2を用いてパターンマッチングを行う方法を説明したが、実際にはそれぞれの処理結果である画像#1b、#2bを用いてパターンマッチングを行う。

【0027】図10は、仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_s との対応関係の例を示すグラフである。

【0028】図9のウインドウWD1と、仮定距離が z'_n のときの対応候補点の位置座標を中心とするウインドウWD'2とのマッチングを行った結果は、図10に示すように類似度の逆数 Q_s として大きな値が得られている（類似度は小さくなっている）が、図9のウイン

ドウWD1と、仮定距離が z_{nx} のときの対応候補点の位置座標を中心とするウインドウWD2とのマッチングを行った結果は、図10に示すように類似度の逆数 Q_s は小さくなっている（類似度は大きくなっている）のがわかる。

【0029】なお、類似度は、一般に比較すべき選択画素の画像情報と対応候補点の画像情報の差の絶対値や、差の2乗和として求められる。

【0030】このようにして仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_s との対応関係から、最も類似度が高くなる点（類似度の逆数 Q_s が最小値となる点）を判別し、この最も類似度が高くなっている点に対応する仮定距離 z_{nx} を最終的に、認識対象物体50上の点50aまでの真の距離（最も確からしい距離）と推定する。つまり、図9における仮定距離 z_{nx} に対応する対応候補点P2が選択画素P1に対する対応点であるとされる。

【0031】このように、距離推定部110では、基準画像#1の選択画素について仮定距離 z_n を順次変化させて得られた各類似度の中から、最も類似度の高くなるものが判別され、最も類似度が高くなる仮定距離 z_{nx} が真の距離と推定され、出力される。

【0032】つぎに、上記一連の処理において、本発明に関連する処理について、さらに詳述する。

【0033】（1）ヒストグラム変換処理

前述したように、図11に示す従来のヒストグラム変換部105、106では、データ量を削減するために、前処理画像#1a、#2aに対して以下に示すようなヒストグラム変換が行われ、データビットを例えば8ビット（通常AD変換で用いられるビット数）から4ビットに圧縮した画像#1b、#2bが求められる。これを図12、図13を用いて説明する。

【0034】図12は、LoGフィルタ等の2次微分をベースとしたバンドパスフィルタを通過した後の画像（#1aまたは#2a）の全画素の画像情報の値の分布を示したものである。

【0035】この分布は、前処理画像の各画素の画像情報の値をある大きき別にカウントすることによって得られる。

【0036】このように、画像情報の値の度数の分布を求めると、一般的には、数値ゼロ近傍に多くのデータが集中する。この画像情報の値がゼロ近傍の画素は、画像中で模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分に相当する。

【0037】そこで、図13に示すように、図12に示す画像情報の値の度数を、画像情報の値の最小値から最大値まで順次累積したグラフを求め、縦軸の全累積度数を均等に16分割したときの間隔をもって横軸の画像情報の値を各レベルに16分割することが考えられる。このように各レベルの度数がほぼ同じになるように横軸の画像情報の値を分割することにより、画像中で模様やエ

ッジなどの特徴が弱い弱特徴部分を識別し易くせんとする試みがなされていた。

【0038】ここまでの説明では、各時刻における画像情報の値の度数をカウントし、各レベルでの度数がほぼ同じになるように横軸を分割しているが、予め図13と同じような分布となるような変換テーブルあるいは関数を用意しておき、この変換テーブルあるいは関数に基づき横軸を分割する方法も考えられる（図17を参照）。

【0039】この図17で示したような変換テーブルあるいは関数を用いる方法は、図12、図13で示したように実際のヒストグラムの分布を各時刻で求める必要はなく、現実的な方法であると言える。ただし、認識する対象や計測環境に応じて最適な変換テーブルや関数を設定する必要がある。

【0040】（2）対応候補点の位置情報の格納

前述したように、対応候補点位置情報格納部107では、基準画像#1の各画素に対して、仮定した距離 z_n 毎に、画像#2の対応候補点の位置情報が記憶、格納されている。

【0041】いま、図6に示すように、基準画像#1上の所定位置（ i, j ）で特定される選択画素P1が選択されたものとする、仮定した距離 z_n だけ離れた物体上の点に対応する画像#2上の対応候補点P2の位置座標（ X, Y ）は、次式のように表すことができる。

$$\begin{aligned} X &= F_x(i, j, z_n) \quad \dots \quad (1) \\ Y &= F_y(i, j, z_n) \quad \dots \quad (2) \end{aligned}$$

ここで、 F_x 、 F_y は、基準画像#1の所定位置（ i, j ）、仮定距離 z_n を変数とする関数であり、画像センサの取付歪みやレンズ歪みなどによって定められる。実際には、事前に画像センサのキャリブレーションの結果を用いて、これら関数 F_x 、 F_y が求められる。

【0043】上記（2）式に示す対応関係は、格納テーブルとして対応候補点位置情報格納部107に予め設定されており、この格納テーブルを参照することにより、対応候補点の位置座標（ X, Y ）が取得される。

【0044】なお、上記（2）式の演算を直接実行することにより位置座標（ X, Y ）を求めることもできるが、これは演算時間を要するので、上述したように格納テーブルとして、上記（2）式に示される i, j, z_n と X, Y との対応関係を予め格納させておき、これを読み出すのが一般的である。

【0045】（3）局部情報抽出処理

前述したように、局所情報抽出部108では、対応候補点の位置に基づき局所情報を4点補間によって求める処理が実行される。ただし、この局所情報を求める際に利用する画像情報は、ここではヒストグラム変換後の圧縮画像を用いるものとする。

【0046】これを図14を使用して説明する。

【0047】すなわち、対応候補点P2は、通常、画像#2における画素の中心点に一致することはない。そこ

で、この対応候補点P2における画像情報G (X, Y) を、対応候補点P2が属する画素10b (中心点P12) の画像情報だけではなく、この画素10bを含めた近傍周囲の4画素、つまり画素10a (中心点P11)、画素10b (中心点P12)、画素10c (中心点P21)、画素10d (中心点P22) の各画像情報を用いて、これら周囲画素との位置関係に基づき補間を行いつつ、正確に求めるようにしている。こうして求められる対応候補点P2の画像情報のことを、対応候補点の補間画素値と呼ぶことにする。図14に示すように、対応候補点P2の位

$$G(X, Y) = (V11 \cdot (1 - r1) + V12 \cdot r1) \cdot (1 - r2) + (V21 \cdot (1 - r1) + V22 \cdot r1) \cdot r2 \dots (4)$$

(4) 距離推定処理

前述したように、距離推定部110では、図10に示す距離 z_n と類似度の逆数 Q_s の対応関係に基づき、基準画像#1の選択画素について仮定距離 z_n を順次変化させて得られた各類似度の中から、最も類似度の高くなるものを判別して、最も類似度が高くなる仮定距離 z_{nx} を真の距離と推定するようにしている。

【0049】これを図15を参照して示すと、実際には、同図に示すように、各仮定距離 z_n に応じて得られる類似度の離散的な分布 (例えば5点) を、破線に示すように曲線近似することによって、類似度が最も高くなる (類似度の逆数が最も小さくなる) 仮定距離 z_{nx} を正確に求めるようにしている。

【0050】

【発明が解決しようとする課題】 (1) ヒストグラム変換処理

図12に示すヒストグラムを図13に示すように累積してその累積度数Nに応じた各画像情報の値のレベルに分割して、データを4ビットに圧縮したとしても、あるいは、図17に示す変換テーブルや関数を用いて、データを4ビットに圧縮したとしても、依然として、画像中の画像情報の値がゼロ近傍の領域では、特徴が弱く埋もれてしまうため、パターンマッチングが良好に行われないという問題が残る。つまり、模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分の領域においてパターンマッチングが良好に行われず、計測精度がよくないことがあった。

【0051】本発明の第1発明は、こうした実状に鑑みてなされたものであり、前処理画像中で模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分の領域であっても、特徴を明瞭に示すようにして、パターンマッチングを良好に行わせ、計測精度を向上させることを第1の解決課題とするものである。

【0052】 (2) 対応候補点の位置情報の格納

上記 (2) 式により格納データを格納させることになると、基準画像#1の所定位置 (i, j)、仮定距離 z_n に対応した対応候補点の位置座標 (X, Y) を格納させる必要があるため、記憶量は膨大なものになってしまう。したがって、記憶容量に制限がある場合にはこれに

置座標を (X, Y) とし、V11、V12、V21、V22をそれぞれ周囲の4画素、つまり画素10a (中心点P11)、画素10b (中心点P12)、画素10c (中心点P21)、画素10d (中心点P22) の画像情報とし、 $r1$ 、 $r2$ を、それぞれ対応候補点P2と近傍周囲4画素との位置関係を示す水平方向の比率、垂直方向の比率とすると、対応候補点P2の補間画素値G (X, Y) は、次式 (4) によって求められる。

【0048】

対処できないことになるとともに、メモリにかかるコストが上昇することにもなる。

【0053】本発明の第2発明は、こうした実状に鑑みてなされたものであり、対応候補点の位置座標 (X, Y) を求める際に、記憶量を従来よりも要しないようにすることを第2の解決課題とするものである。

【0054】 (3) 局部情報抽出処理

上述したように局所情報を抽出する際に、上記 (4) 式を用いて4点補間を行った場合には、対応候補点P2の近傍の4画素の画像情報V11、V12、V21、V22が必要となるため、演算中に4回も画像情報に対してアクセスする必要がある。これは、演算時間を要することになり、処理効率が著しく損なわれることになっていた。

【0055】本発明の第3発明は、こうした実状に鑑みてなされたものであり、画像情報に対するアクセス回数が減り、かつ、演算量が減ることによって、演算時間を短縮させ、処理効率を向上させることを第3の解決課題とするものである。

【0056】 (4) 距離推定処理

上記仮定距離 z_n は、認識対象物50が存在する画像センサ1、2の前方の距離しか想定しておらず、認識対象物50が存在しない画像センサ1、2の後方の距離に対応する類似度を利用することはなかった。つまり、図15に示される対応関係には、後方距離に対応する類似度は示されることはない。視差dでいえば、正の視差 (距離としては画像センサ前方の距離に相当する) ないしはゼロの視差 (距離としては無限前方に相当する) しか想定しておらず、負の視差 (距離としては後方の距離に相当する) に対応する類似度を利用することはなかった。

【0057】これを、図5に示す視差 d_n と類似度の逆数 Q_s との対応関係のグラフで示すと、仮に認識対象物体50が画像センサ1、2の測定の限界に近いような遠方に存在したとすると、従来の技術によれば、正の視差 d_n (+) における対応点しか取得できないため、視差 d_n がゼロ近傍における曲線近似が精度よく行われないことになってしまう。この結果として、真の距離の推定の精度が低下することになる。

【0058】本発明の第4発明は、こうした実状に鑑み

てなされたものであり、負の視差に応じた後方の距離をも仮定距離として考慮することにより、真の距離の推定を精度よく行うようにすることを第4の解決課題とするものである。

【0059】

【課題を解決するための手段および効果】本発明の第1発明の主たる発明では、上記第1の解決課題達成のために、複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記撮像画像を原画像として、当該原画像の各画素の画像情報に基づいて2次微分フィルタをベースとしたバンドパスフィルタ処理を施すことによって、前記原画像の特徴を抽出するとともにカメラ間の特性の差を吸収した前処理画像を生成し、さらに前記前処理画像の各画素の画像情報の値に対してゼロ近傍のデータを特に強調する変換テーブルあるいは関数を利用して前記前処理画像のデータビットを圧縮することによってデータ量を削減した圧縮画像を生成するゼロ近傍強調ヒストグラム変換手段を具え、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出する際に前記圧縮画像を用いるようにしている。

【0060】本発明によるこの新しい変換テーブルあるいは関数(図16を参照)を用いれば、前処理画像の各画素の画像情報の値の中で特徴の弱いゼロ近傍のデータのみを特に対象としてより細かく分割されることになる。なお、特徴の強い両端のデータ(マイナス側にその値が大きいデータおよびプラス側にその値が大きいデータ)には、それぞれ最小値および最大値を割り振ることになる。

【0061】以上のように、従来の変換テーブルあるいは関数(図17を参照)が前処理画像の画素の画像情報の全ての値を対象として各レベルの度数がほぼ同じになるように分割するのではなく、前処理画像の各画素の画像情報の値の中で特徴の弱いゼロ近傍のデータのみを特に対象として分割することにより、模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分の領域であっても、変換後は特徴が明瞭となり、パターンマッチングがさらに良好に行われ、計測精度が飛躍的に向上する。

【0062】また、ここではゼロ近傍のデータを特に強調する変換テーブルあるいは関数を予め用意し利用する方法を示したが、各時刻における前処理画像の各画素の

画像情報の値を大きさ別にカウントし(図1を参照)、ゼロ近傍のデータのみを対象として度数を順次累積したグラフを求め(図2を参照)、縦軸の全累積度を均等に16分割したときの間隔をもって横軸の画像情報の値を各レベルに16分割することも考えられる。

【0063】また、本発明の第2発明の主たる発明では、上記第2の解決課題達成のために、複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素を示す位置に基づき、当該選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点を示す位置を、前記物体上の点までの仮定距離毎に発生する際に、前記選択画素の位置に対する前記対応候補点の位置のシフト量を、前記選択画素の位置に依存しない前記一の撮像手段の撮像画像全体に対する前記他の撮像手段の撮像画像全体の全体シフト量と、前記選択画素の位置に依存する局所シフト量とに分割し、これら全体シフト量と局所シフト量のデータを対応候補点位置情報圧縮格納手段に格納させ、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素を示す位置と、この位置に対応する前記対応候補点位置情報圧縮格納手段に格納された全体シフト量の格納値と、局所シフト量の格納値とを加算することによって、前記対応候補点を示す位置を求めるようにしている。

【0064】かかる構成によれば、図3に示すように、選択画素P1の所定位置(i, j)に対する対応候補点P2の位置座標(X, Y)のシフト量が、選択画素P1の所定位置(i, j)に依存しない全体シフト量($H_i(z_n)$, $H_j(z_n)$)と、選択画素P1の所定位置(i, j)に依存する局所シフト量($\Delta i(i, j, z_n)$, $\Delta j(i, j, z_n)$)とに分割される。

【0065】そして、これら全体シフト量($H_i(z_n)$, $H_j(z_n)$)と局所シフト量($\Delta i(i, j, z_n)$, $\Delta j(i, j, z_n)$)のデータが格納手段に格納される。そして、例えば次式、

$$\begin{aligned} X &= i + H_i(z_n) + \Delta i(i, j, z_n) \\ Y &= j + H_j(z_n) + \Delta j(i, j, z_n) \quad \cdots (3) \end{aligned}$$

により、一の撮像手段の画像#1中の選択画素P1を示す所定位置(i, j)と、この所定位置(i, j)に対応する上記格納手段に格納された全体シフト量の格納値($H_i(z_n)$, $H_j(z_n)$)と、局所シフト量の格納値

($\Delta i(i, j, z_n)$, $\Delta j(i, j, z_n)$)とを加算することによって、対応候補点P2を示す位置座標(X, Y)が求められる。

【0066】以上のように、本発明によれば、上記(3)式のごとく、基準画像#1の所定位置(i, j)、仮定距離 z_n に対応した位置座標(X, Y)を格納させる必要はなく、全体シフト量($H_i(z_n)$, $H_j(z_n)$)と、局所シフト量の格納値($\Delta i(i, j, z_n)$, $\Delta j(i, j, z_n)$)とを独立して格納させておくだけでよいので、記憶量を少なくすることができる。つまり、本発明によれば、記憶容量に制限がある場合であってもこれに対処することができ、メモリにかかるコストを抑えることが可能となる。

【0067】また、本発明の第3発明の主たる発明では、上記第3の解決課題達成のために、複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応点を、前記物体上の点までの仮定距離を順次変化させることによって順次探索して、当該対応候補点の画像情報を抽出する際に、前回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点が属する画素の位置と、今回の仮定距離の対応候補点の位置と、前回の仮定距離をもって抽出された対応候補点が属する画素の画像情報と、今回の仮定距離をもって抽出された対応候補点

$$G(X, Y) = V(i, j, z_n) \cdot (1 - r(i, j, z_n)) + V(i, j, z_{n-1}) \cdot r(i, j, z_n) \cdots (5)$$

によって、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)の補間画素値G(X, Y)が求められる。

【0071】以上のように、本発明によれば、対応候補点P2(z_n)の補間画素値G(X, Y)を求める際には、画像情報として、前回の仮定距離 z_{n-1} の対応候補点P2(z_{n-1})が属する画素の画像情報V(i, j, z_{n-1})と、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)が属する画素11の画像情報V(i, j, z_n)の2つしか要しないので、画像情報に対するアクセス回数が減少することになる。これによって、演算時間が短縮され、処理効率が飛躍的に向上する。

【0072】また、本発明の第4発明では、上記第4の解決課題達成のために、複数の撮像手段を所定間隔をも

が属する画素の画像情報とに基づいて、今回の仮定距離における対応候補点の画像情報を抽出するようにしている。

【0068】本第3発明では、図4に示すように、仮定距離 z_n を順次変化させていくと、画像#2において、対応候補点P2が辿る軌跡Lnが直線に近いという特性に着目して、この対応候補点P2の軌跡Lnに沿った各画素の画像情報を利用することにより、補間を行う点を特徴としている。

【0069】すなわち、本第3発明の構成によれば、図4に示すように、前回の仮定距離 z_{n-1} の対応候補点P2(z_{n-1})が属する画素10の中心座標10Aと、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)が属する画素11の中心座標11Aと、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)の位置座標(X, Y)と、前回の仮定距離 z_{n-1} の対応候補点P2(z_{n-1})が属する画素の画像情報V(i, j, z_{n-1})と、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)が属する画素11の画像情報V(i, j, z_n)とに基づいて、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)の補間画素値G(X, Y)が演算される。

【0070】具体的には、前回の仮定距離 z_{n-1} の対応候補点P2(z_{n-1})が属する画素10の中心座標10Aと、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)が属する画素11の中心座標11Aと、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2の位置座標(X, Y)とに基づき、これらの位置関係に応じて、前回の仮定距離 z_{n-1} の対応候補点P2(z_{n-1})が属する画素の画像情報V(i, j, z_{n-1})と、今回の仮定距離 z_n の対応候補点P2(z_n)が属する画素11の画像情報V(i, j, z_n)とにそれぞれ乗算すべき補間係数 $r(i, j, z_n)$, $(1 - r(i, j, z_n))$ が求められ、これら補間係数 $r(i, j, z_n)$, $(1 - r(i, j, z_n))$ と、これら各画像情報V(i, j, z_{n-1}), V(i, j, z_n)とに基づき所定の演算、たとえば次式、

って配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記仮定距離の大きさ毎に、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を順次算出していくこと

によって仮定距離に対する類似度の分布を求め、前記類似度の分布を考慮して探索のきざみより細かい精度で前記物体が存在する距離を推定する距離推定手段において、前記物体が測定の限界に近いような遠方に存在する場合に前記物体が存在する前記一の撮像手段の前方の距離だけではなく、前記物体が存在しない前記一の撮像手段の後方の距離を含めた仮定距離をさらに設定することにより、前記物体が測定の限界に近いような遠方に存在する場合にも類似度の分布を考慮して、前記物体が存在する距離を推定するようにしている。

【0073】かかる構成によれば、図5に示すように物体が測定の限界に近いような遠方に存在し、各仮定距離（視差 d_n ）と各類似度（類似度の逆数 Q_s ）の対応関係において、類似度が最も大きくなる点（類似度の逆数 Q_s が最小となる点）前後の対応関係が得られない場合にも、当該類似度が最も大きくなる点前後の対応関係が示されるように、物体50が存在する前方の距離（正の視差 d_n （+））だけではなく、物体50が存在しない一の撮像手段1の後方の距離（負の視差 d_n （-））を含めた仮定距離（視差 d_n ）をさらに設定することにより、各仮定距離（視差 d_n ）と各類似度（類似度の逆数 Q_s ）との対応関係のデータが取得される。

【0074】具体的には、図5において、負の視差 d_n （-）に対応する点99（黒丸にて示す）が取得され、これらを用いて曲線近似（破線にて示す）がきわめて良好に行われることになり、この曲線近似により真の距離 z_{nx} （視差 d_{nx} ）をきわめて精度よく推定することが可能となる。

【0075】このように本第4発明によれば、負の視差に応じた後方の距離をも仮定距離として考慮することにより、真の距離の推定の精度を飛躍的に向上させることができる。

【0076】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0077】図7は、本実施形態の2眼ステレオ視による物体認識装置の構成を示すブロック図である。

【0078】なお、本実施形態では、2眼ステレオ視を行う撮像手段として図9に示す配置関係の画像センサ1、2を想定している。

【0079】図7に示す基準画像入力部201には、視差 d （距離 z ）を算出する際に基準となる画像センサ1で撮像された基準画像#1が取り込まれる。一方、画像入力部202には、画像#2が上記画像#1と同一時刻に取り込まれる。

【0080】前処理部203、204では、それぞれ取り込まれた画像#1、#2のそれぞれに対して、L o Gフィルタなどにより原画像の特徴を強調する前処理が施され、これが前処理画像として出力される。

【0081】ついで、ゼロ近傍強調ヒストグラム変換部

205、206では、上記前処理画像#1a、#2aそれぞれに対して、後述するゼロ近傍強調ヒストグラム変換処理が施され、データビットを圧縮した画像#1b'、#2b'が出力される。

【0082】対応候補点位置情報圧縮格納部207には、基準画像#1の所定位置（ i, j ）、仮定した距離 z_n 毎に、画像#2の対応候補点の位置座標（ X, Y ）を求めるべく、後述する態様でデータが記憶、格納されている。

【0083】局所情報抽出部208では、対応候補点位置情報圧縮格納部207の格納データを参照することにより、対応候補点P2の位置座標（ X, Y ）を求めて、この位置座標に基づき対応候補点P2の局所情報、つまり補間画素値 $G(X, Y)$ を後述する逐次補間処理を用いて求める。

【0084】さらに、類似度算出部209では、基準画像#1の選択画素P1の画像情報 V と画像#2の対応候補点P2の画像情報 $G(X, Y)$ との類似度が算出される。具体的には、図9に示したように基準画像#1の選択された画素P1を中心とするウインドウWD1と、画像#2の対応候補点P2を中心とするウインドウWD2とのパターンマッチングにより、両ウインドウ同士が比較されて、類似度が算出される。このパターンマッチングは各仮定距離 z_n 毎に行われる。そして同様のパターンマッチングが、基準画像#1の各画素毎に全画素について行われる。

【0085】距離推定部210は、後述するように、基準画像#1の選択画素について仮定距離 z_n を、画像センサ1、2の後方距離（負の視差 d_n （-））を含め順次変化させることによって、各仮定距離 z_n （視差 d_n ）と各類似度（類似度の逆数 Q_s ）との対応関係を求め、この対応関係から、最も類似度の高くなる点を判別し、この最も類似度が高くなる点に対応する仮定距離 z_{nx} を真の距離と推定、出力する。

【0086】つぎに、上記一連の処理において、本発明に係る処理について、さらに詳述する。

【0087】・第1の実施形態（ゼロ近傍強調ヒストグラム変換処理）

図7に示すゼロ近傍強調ヒストグラム変換部205、206では、データ量を削減するために、上記前処理画像#1a、#2aそれぞれに対して、ゼロ近傍強調ヒストグラム変換処理が施され、データビットを4ビットに圧縮した圧縮画像#1b'、#2b'が求められる。

【0088】このゼロ近傍強調ヒストグラム変換処理方法としては、変換テーブルあるいは関数を予め用意し、これに基づきゼロ近傍のデータをより細かく分割する方法が考えられる。

【0089】図16は、従来のヒストグラム変換処理において利用する変換テーブルあるいは関数を説明する図17に対応するグラフである。前処理画像として#1

a、#2aのうち、#1aを代表させて説明する。

【0090】図17ではゼロ近傍のデータが詳細に分割されるものの、特徴の強いデータの部分も分割されているのに対して、図16ではゼロ近傍のデータのみに対して着目し、その範囲のみを対象としてより詳細に分割している。ここで着目するゼロ近傍のデータの範囲は全範囲の例えば10%以内のデータであることが望ましい。もちろん、対象とする画像の種類に応じてこの範囲は変わることがあるが、種々の実験により本発明の有効性は確認されている。

【0091】このような変換テーブルあるいは関数を利用することにより、画像中で模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分を識別し易くせんとするものである。こうして16分割された新たな圧縮画像#1b'が生成され、これがゼロ近傍強調ヒストグラム変換部205から出力される。ゼロ近傍強調ヒストグラム変換部206においても同じ変換テーブルあるいは関数を用いて同様な処理が実行されて、新たな圧縮画像#2b'が出力されることになる。

【0092】以上のように、本実施形態によれば、図16に示すごとく、従来の図17に示すヒストグラムの全てのデータを対象として、各レベルに分割するのではなくて、前処理画像の値がゼロ近傍のデータのみを対象として、弱特徴部分ほど、より細かく分割されるように、分割するようにしたので、前処理画像#1a、#2a中で模様やエッジなどの特徴が弱い本来弱特徴部分の領域であっても、特徴がきわめて明瞭となる。こうした弱特徴部分の領域が明瞭となった新たな圧縮画像#1b'、#2b'を取得することができれば、後段の処理において、これら新たな圧縮画像#1b'、#2b'同士のパターンマッチングを良好に行うことができ、計測精度を飛躍的に向上させることができる。

【0093】なお、これまでの説明では、前処理画像のゼロ近傍のデータを特に細かく分割する変換テーブルあるいは関数を予め用意し、これに基づき分割する方法を説明したが、これ以外の方法として、各時刻における画像情報に基づき前処理画像を生成し、この実際の前処理画像の値に対してヒストグラム分布を求め、その分布に応じて各時刻における最適な圧縮画像を求める方法もある。

【0094】以下にその方法について説明する。

【0095】図1、図2は、従来のヒストグラム変換処理を説明する図12、図13に対応するグラフである。前処理画像として#1a、#2aのうち、#1aを代表させて説明する。

【0096】同図1に示すように、図12と同様にして、前処理画像#1aの各画素の画像情報の数値の大きさ毎に、度数をカウントする処理が実行される。そして、前処理画像#1aの特徴が弱いゼロ近傍のデータに着目して以下の処理を実施する。ここで着目するゼロ近

傍のデータの範囲は全範囲の例えば10%以内のデータであることが望ましい。同図より明らかなように、これら選択された所定数の各レベルに属する画素の度数は、他のレベルに属する画素度数と比較して相対的に大きくなっている。

【0097】そして、図2に示すように、上記で着目したゼロ近傍のデータの範囲、つまり図1のヒストグラムの中央部分Aについて、前処理画像#1aの特徴が弱い領域ほど（つまり前処理画像の値がゼロに近いレベルほど）、更により細かく分割する。

【0098】すなわち、図2に示すように、図1のうち部分Aに示す画素の度数を、最小値から最大値まで順次累積したグラフを求める。そして、縦軸の全累積度数を均等に16分割したときの間隔をもって横軸を各レベルに16分割する。

【0099】このように度数の少ない部分ほど広く、度数が多い部分（数値0付近）ほど狭くなるように横軸を各レベルに分割することにより、画像中で模様やエッジなどの特徴が弱い弱特徴部分を識別し易くせんとするものである。なお、上記選択された部分A以外の部分B、Cについては、かかる累積度数Nに応じた分割処理は行わず、それぞれに最小値および最大値を割り当てる。

【0100】こうして16分割された各レベルに応じた数値の前処理画像の値が、当該レベルに属する各画素で得られるように、新たな圧縮画像#1'bが生成され、これがゼロ近傍強調ヒストグラム変換部205から出力される。ゼロ近傍強調ヒストグラム変換部206においても同様な処理が実行されて、前処理画像#2aについて上記ゼロ近傍強調ヒストグラム変換処理が施された新たな圧縮画像#2'bが出力されることになる。

【0101】以上のように、本実施形態によれば、従来の図13に示すごとく、図12に示すヒストグラムの全ての部分の画素を対象として、累積度数Nに応じて各レベルに分割したのではなくて、前処理画像の値がゼロ近傍で特徴が弱い部分Aの画素のみを対象として、弱特徴部分ほど、より細かく分割されるように、再分割するようにしたので、前処理画像#1a、#2a中で模様やエッジなどの特徴が弱い本来弱特徴部分の領域であっても、特徴がきわめて明瞭となる。こうした弱特徴部分の領域が明瞭となった新たな圧縮画像#1'b、#2'bを取得することができれば、後段の処理において、これら新たな圧縮画像#1'b、#2'b同士のパターンマッチングを良好に行うことができ、計測精度を飛躍的に向上させることができる。

【0102】なお、図16で示したような変換テーブルあるいは関数を用いる方法は、図1、図2で示したように各画像毎に実際のヒストグラムの分布を各時刻で求める必要はなく、現実的な方法であると言える。ただし、認識する対象や計測環境に応じて最適な変換テーブルや関数を設定する必要がある。

【0103】また、本実施形態では、2眼ステレオ視による物体認識装置を想定しているが、本発明としては、これに限定されるわけではない。物体を撮像した原画像の各画素の画像情報に基づいて所定の画像処理を施すことによって原画像の特徴を抽出した前処理画像を生成し、前処理画像生成手段を有する画像処理装置であれば、任意に本発明を適用することができ、弱特徴部分の領域が明瞭となった前処理画像を得ることが出来る。

【0104】・第2の実施形態（対応候補点の位置情報の格納）

図7に示す対応候補点位置情報圧縮格納部207には、基準画像#1の各画素および仮定した距離 z_n 毎に、画像#2の対応候補点の位置座標 (X, Y) を求めるべく、以下に示す内容のデータが記憶、格納されている。

【0105】本実施形態では、図3に示すように、選択画素P1の所定位置 (i, j) に対する対応候補点P2の位置座標 (X, Y) のシフト量が、選択画素P1の所定位置 (i, j) には依存しない画像センサ1の基準画像全体#1に対する画像センサ2の画像全体#2の全体シフト量 $(H_i(z_n), H_j(z_n))$ と、選択画素P1の所定位置 (i, j) に依存する局所シフト量 $(\Delta i(i, j, z_n), \Delta j(i, j, z_n))$ とに分割される点に着目している。

【0106】ここで、全体シフト量 $(H_i(z_n), H_j(z_n))$ は、具体的には、画像センサ1、2の取付歪みを補正するために設定された補正量のことであり、仮定距離 z_n に応じて変化する補正量のことである。一方、局所シフト量 $(\Delta i(i, j, z_n), \Delta j(i, j, z_n))$ は、画像センサ1、2のレンズ31、32の歪みを補正するために設定された補正量のことであり、仮定距離 z_n および選択画素P1の所定位置 (i, j) に応じて変化する補正量のことである。

【0107】これら全体シフト量 $(H_i(z_n), H_j(z_n))$ と局所シフト量 $(\Delta i(i, j, z_n), \Delta j(i, j, z_n))$ のデータは、対応候補点位置情報圧縮格納部207の格納テーブルに格納されている。この

$$2 \times (320 \times 240) \times 32 \times 4 \text{ビット} \\ (X, Y \text{分}) \quad (\text{画像サイズ分}) \quad (z_n \text{分})$$

だけの記憶容量を要するので、これらの合計、

$$2 \times 32 \times 16 \text{ビット} + 2 \times (320 \times 240) \times 32 \times 4 \text{ビット} = \text{約} 20 \text{メガビット} = \text{約} 2.5 \text{メガバイト}$$

だけの記憶容量が対応候補点位置情報圧縮格納部207に備わっていればよい。

【0111】これに対して、従来技術によれば、前述したように下記(2)式、

$$2 \times (320 \times 240) \times 32 \times 16 \text{ビット} \\ (X, Y \text{分}) \quad (\text{画像サイズ分}) \quad (z_n \text{分}) \\ = \text{約} 80 \text{メガビット} = \text{約} 10 \text{メガバイト}$$

もの膨大な記憶容量を要することになる。

【0113】したがって、本実施形態によれば X, Y を

全体シフト量を示す関数 H_i, H_j 、局所シフト量を示す関数 $\Delta i, \Delta j$ はそれぞれ、画像センサ1、2の取付歪み、画像センサ1、2のレンズ31、32の歪みを測定することにより予め求めることができる。

【0108】そして、画像センサ1の基準画像#1中で画素P1が選択され、距離 z_n が仮定されたならば、この仮定距離 z_n に対応する全体シフト量の格納データ $(H_i(z_n), H_j(z_n))$ と、この選択画素P1の所定位置 (i, j) 、仮定距離 z_n に対応する局所シフト量の格納値 $(\Delta i(i, j, z_n), \Delta j(i, j, z_n))$ が上記対応候補点位置情報圧縮格納部207の格納テーブルから読み出される。そして、下記(3)式、

$$X = i + H_i(z_n) + \Delta i(i, j, z_n) \\ Y = j + H_j(z_n) + \Delta j(i, j, z_n) \quad \dots (3)$$

により、選択画素P1を示す所定位置 (i, j) と、読み出された全体シフト量の格納値 $(H_i(z_n), H_j(z_n))$ と、局所シフト量の格納値 $(\Delta i(i, j, z_n), \Delta j(i, j, z_n))$ とが、 i, j 毎に加算され、対応候補点P2を示す位置座標 (X, Y) が求められる。

【0109】ここで、上記対応候補点位置情報圧縮格納部207の記憶容量について検討を加える。なお、画像センサ1、2の画像サイズは、横320画素×縦240画素であり、仮定距離 z_n は32通り変化するものとする。

【0110】すると、上記(3)式の右辺第2項の全体シフト量 $H_i(z_n), H_j(z_n)$ をそれぞれ8ビットで表し、右辺第3項の局所シフト量 $\Delta i(i, j, z_n), \Delta j(i, j, z_n)$ をそれぞれ4ビットで表すと、(3)式右辺第2項については、

$$2 \times 32 \times 16 \text{ビット} \\ (X, Y \text{分}) \quad (z_n \text{分})$$

だけの記憶容量を要し、(3)式右辺第3項については、

$$X = F_x(i, j, z_n) \\ Y = F_y(i, j, z_n) \quad \dots (2)$$

により、対応候補点P2を示す位置座標 (X, Y) を求めるようにしていた。

【0112】すると、本実施形態と同等の分解能で X, Y を求めるためには、 X, Y をそれぞれ16ビットで表す必要があり、上記(2)式の右辺について、

求めるための格納データの容量を、従来の約4分の1に圧縮することができる。

【0114】なお、本実施形態では、基準画像#1の各画素単位で画像#2の対応候補点P2の位置座標(X, Y)を割り当てるようにしているが、基準画像#1の所定の大きさの領域(4画素×4画素)単位で対応候補点P2の位置座標(X, Y)を割り当てるようにすれば、さらに記憶量を16分の1にまで圧縮することができる。

【0115】以上のように、本実施形態によれば、上記(2)式のごとく、基準画像#1の所定位置(i, j)、仮定距離znに各対応したデータを格納テーブルに格納させておくのではなく、仮定距離znに対する取り付け歪み等を考慮したシフト量と所定位置(i, j)に対するシフト量の各データ、つまり(Hi(zn), Hj(zn))と(Δi(i, j, zn), Δj(i, j, zn))とを別個独立させて格納させておくだけでよいので、対応候補点位置情報圧縮格納部207の格納テーブルの記憶容量を少なくすることができる。したがって、本実施形態によれば、記憶容量に制限がある場合であってもこれに対処することができ、メモリにかかるコストを抑えることが可能となる。

【0116】・第3の実施形態(局部情報抽出処理)図7に示す局所情報抽出部208では、対応候補点位置情報圧縮格納部207の格納データを参照することにより、対応候補点P2の位置座標(X, Y)を求めて、この位置座標に基づき対応候補点P2の局所情報、つまり補間画素値G(X, Y)が以下のような逐次補間処理を用いて求められる。

【0117】本実施形態では、図4に示すように、仮定距離znを逐次1つずつ増加させていくと、例えば画像センサ2の画像#2において、対応候補点P2が辿る軌跡Lnが直線に近いという特性に着目しており、この対応候補点P2の軌跡Lnに沿った各画素の前処理画像の値V(i, j, zn)を利用することにより、逐次補間を行うようにしている。

【0118】すなわち、本実施形態によれば、図4に示すように、データとして、前回の仮定距離zn-1の対応

$$G(X, Y) = V(i, j, zn) \cdot (1 - r(i, j, zn)) + V(i, j, zn-1) \cdot r(i, j, zn) \cdots (5)$$

なお、補間係数r(i, j, zn)は、予め所定のメモリに格納しておかれ、上記演算に使用される。そして、i, j, znが変化される毎に、格納内容が更新されていく。

【0123】また、前回の距離zn-1を仮定したときの対応候補点が属する画素の前処理画像の値V(i, j, zn-1)も演算器の近くのレジスタに逐次格納しておかれ、上記演算に使用される。ただし、最初に距離zn0を仮定したときの対応候補点の補間画素値G(X0, Y0)を求める際には、これに対する前回の距離の対応候補点の前処理画像の値のデータは存在しないので、この対応候補点が属する画素の前処理画像の値V(i,

候補点P2(zn-1)が属する画素10の位置座標10Aと、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)が属する画素11の位置座標11Aと、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)の位置座標(X, Y)と、前回の仮定距離zn-1の対応候補点P2(zn-1)が属する画素10の前処理画像の値V(i, j, zn-1)と、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)が属する画素11の前処理画像の値V(i, j, zn)とを用いて、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)の補間画素値G(X, Y)が求められる。

【0119】具体的には、まず、前回の仮定距離zn-1の対応候補点P2(zn-1)が属する画素10の位置座標10Aと、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)が属する画素11の位置座標11Aは予めわかっているため、これら各位置座標10A、11Aを結ぶ直線を図4に示す実線のごとく求めることができる。

【0120】つぎに、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)の位置座標(X, Y)から、上記直線10A~11Aに下ろした垂線を求め、この垂線が直線と交差する点が求められる。そして、この交点によって直線10A~11Aを分配する比率r、1-rが演算される。そして、この比率r、1-rが、前回の仮定距離zn-1の対応候補点P2(zn-1)が属する画素が属する画素10の前処理画像の値V(i, j, zn-1)と、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)が属する画素11の前処理画像の値V(i, j, zn)とにそれぞれ乗算すべき補間係数r(i, j, zn)、1-r(i, j, zn)とされる。

【0121】すなわち、下式(5)に示すように、これら補間係数r(i, j, zn)、1-r(i, j, zn)で、これら各前処理画像の値V(i, j, zn-1)、V(i, j, zn)を補間したものを、今回の仮定距離znの対応候補点P2(zn)の補間画素値G(X, Y)とする演算が実行される。

【0122】

j, zn0)をそのまま利用する。

【0124】また、本実施形態では、前回の仮定距離zn-1での対応候補点が属する画素10と、今回の仮定距離znでの対応候補点が属する画素11とが異なる(隣り合う)画素であることを前提としており、これらが同じ画素である場合には、上記(5)式に基づく補間を行うことができない(直線10A~11Aを分配する比率r、1-rを求めることができない)。そこで、かかる場合には、更新禁止フラグを立てて、前々回の仮定距離におけるデータと今回の仮定距離におけるデータを利用することなどによって、補間可能ならしめることができる。

【0125】以上のように、本実施形態によれば、対応候補点 $P2(z_n)$ の補間画素値 $G(X, Y)$ を求める際には、画像情報として、前回の仮定距離 z_{n-1} の対応候補点 $P2(z_{n-1})$ が属する画素の画像情報の値 V

(i, j, z_{n-1}) と、今回の仮定距離 z_n の対応候補点 $P2(z_n)$ が属する画素 11 の画像情報の値 $V(i, j, z_n)$ の 2 つしか要しない。

【0126】すなわち、図 14 に示す従来の 4 点補間処理では周辺 4 画素の前処理画像の値を取得するために 4 回のアクセスが必要であったのに対して、本実施形態によればアクセス回数が 1 回に減少されることになる。

【0127】これによって、演算時間が短縮され、処理効率が飛躍的に向上する。

【0128】・第 4 の実施形態（距離推定処理）

図 7 に示す距離推定部 210 では、以下に述べるように、基準画像 #1 の選択画素について仮定距離 z_n を、画像センサ 1、2 の後方距離（負の視差 $d_n(-)$ ）を含め順次変化させることによって、各仮定距離 z_n （視差 d_n ）と各類似度（類似度の逆数 Q_s ）との対応関係を求め、この対応関係から、最も類似度の高くなる点を判別し、この最も類似度が高くなる点に対応する仮定距離 z_{nx} を真の距離と推定する処理が実行される。これを図 5 を用いて説明する。

【0129】この図 5 は、図 10、図 15 と同様に、各仮定距離 z_n （視差 d_n ）と各類似度（類似度の逆数 Q_s ）の対応関係を示すグラフである。

【0130】本実施形態では、認識対象物体 50 が画像センサ 1、2 前方の遠距離に存在することを想定している。この場合、認識対象物体 50 までの距離 z_n （遠距離）に対応する視差 d_n はゼロの値を示す。したがって、図 5 に示す対応関係のグラフでは、類似度が最も大きくなる点（類似度の逆数 Q_s が最小となる点）は、視差 d_n としてゼロに存在するはずであるが、かかる場合に、物体 50 が存在する画像センサ 1、2 前方の距離 z_n （正の視差 $d_n(+)$ ）を仮定して、対応関係を求めると、図 5 に示す白丸の点しか取得できなく、類似度が最も大きくなる点（類似度の逆数 Q_s が最小となる点）前後の対応関係が明瞭に示されないことになる。つまり、白丸点のみに基づいて、類似度逆数 Q_s の最小値付近を曲線近似しようとしても近似できず、真の距離 z_{nx} （視差 d_{nx} ）を精度よく求めることはできない。

【0131】そこで、本実施形態では、類似度が最も大きくなる点（類似度の逆数 Q_s が最小となる点）前後の対応関係が明瞭に示されない場合には、当該類似度が最も大きくなる点前後の対応関係が明瞭に示されるように、物体 50 が存在する画像センサ 1、2 の前方の距離（正の視差 $d_n(+)$ ）だけではなく、物体 50 が存在しない画像センサ 1、2 の後方の距離（負の視差 $d_n(-)$ ）を含めた仮定距離（視差 d_n ）をさらに設定することにより、各仮定距離（視差 d_n ）と各類似度

（類似度の逆数 Q_s ）との対応関係のデータを取得するものである。

【0132】すなわち、図 5 において、後方距離（負の視差 $d_n(-)$ ）が、一つ仮定され（視差 d_n の値としてゼロ近傍が望ましい）、これに対応する点 99（これを黒丸にて示す）が取得される。

【0133】そして、この点 99 を用いることによって、類似度逆数 Q_s の最小値付近を曲線近似すると、破線にて示すように、曲線近似がきわめて良好に行われる。この結果、この曲線近似から真の距離 z_{nx} （視差 d_{nx} ）をきわめて精度よく推定することが可能となる。

【0134】以上のように、本実施形態によれば、正の視差 $d_n(+)$ に応じた前方距離だけではなく、負の視差 $d_n(-)$ に応じた後方の距離をも仮定距離として考慮することにより、真の距離 z_{nx} （視差 d_{nx} ）を精度よく推定することができる。

【0135】なお、以上説明した実施形態では、2 眼ステレオに適用される場合を想定しているが、もちろん、3 以上の撮像手段をもって物体を認識する多眼ステレオに適用する実施も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は第 1 の実施形態を説明するヒストグラムを示す図である。

【図 2】図 2 は第 1 の実施形態を説明するヒストグラムの累積を示す図である。

【図 3】図 3 は第 2 の実施形態を説明するために用いた画像上の画素の位置関係を示す図である。

【図 4】図 3 は第 3 の実施形態を説明するために用いた画像上の隣接する画素の位置関係を示す図である。

【図 5】図 5 は第 4 の実施形態を説明するために用いた視差と類似度の逆数との対応関係を示すグラフである。

【図 6】図 6 は従来技術における対応候補点の位置情報の格納データを説明するために用いた画像上の画素の位置関係を示す図である。

【図 7】図 7 は本発明の実施形態で想定している装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】図 8 は 2 眼ステレオの原理を説明するために用いた図である。

【図 9】図 9 は 2 眼ステレオによる距離計測を説明するために用いた図である。

【図 10】図 10 は従来技術を説明する図であり、仮定距離と類似度の逆数との対応関係を示すグラフである。

【図 11】図 11 は従来の 2 眼ステレオによる物体認識装置の構成を示すブロック図である。

【図 12】図 12 は前処理画像の値のヒストグラム変換処理を説明する図である。

【図 13】図 13 は従来技術におけるヒストグラム変換処理を説明する図である。

【図 14】図 14 は従来技術における 4 点補間処理を説明するために用いた画像上の隣接する 4 画素の位置関係

を示す図である。

【図15】図15は従来技術を説明する図であり、仮定距離と類似度の逆数との対応関係を示すグラフである。

【図16】図16は第1の実施形態を説明する変換テーブルあるいは関数を説明する図である。

【図17】図17は従来技術のヒストグラム変換で用いる変換テーブルあるいは関数を説明する図である。

【符号の説明】

205、206…ゼロ近傍強調ヒストグラム変換部

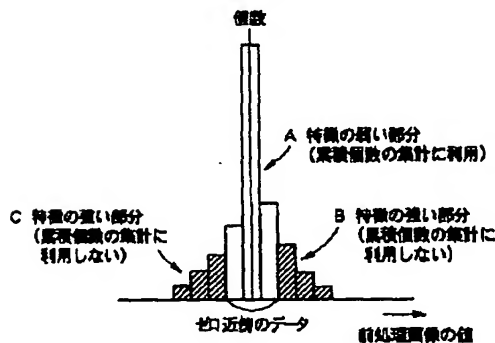
207…対応候補点位置情報圧縮格納部

208…局所情報抽出部

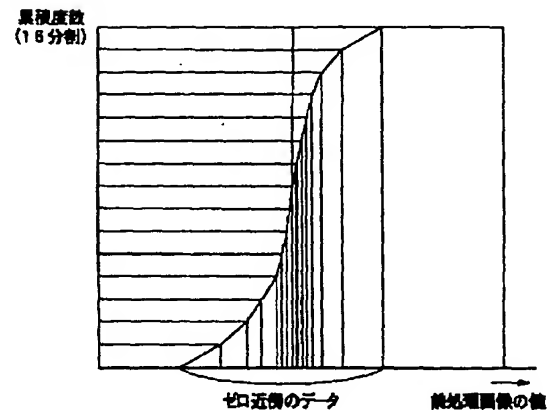
209…類似度算出部

210…距離推定部

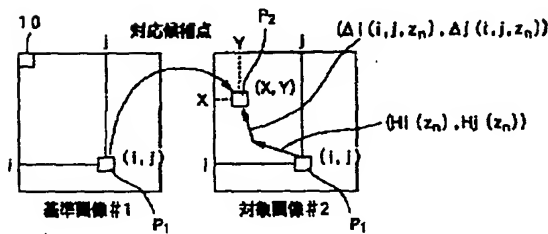
【図1】



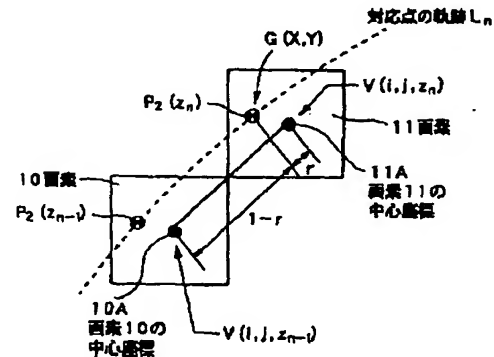
【図2】



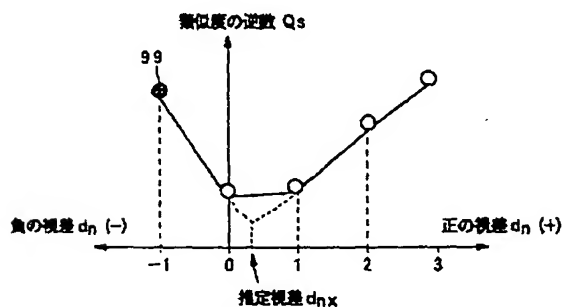
【図3】



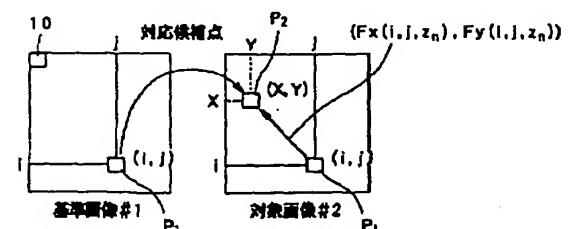
【図4】



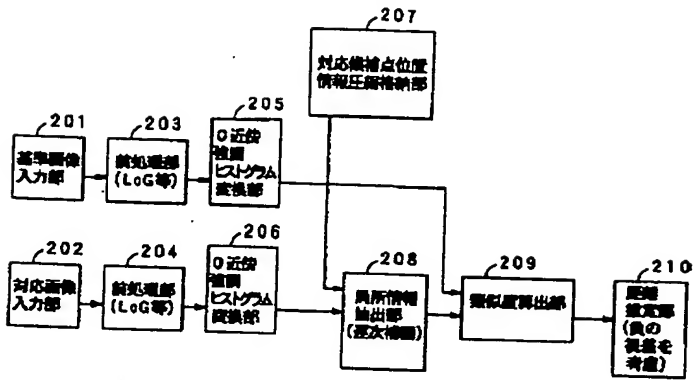
【図5】



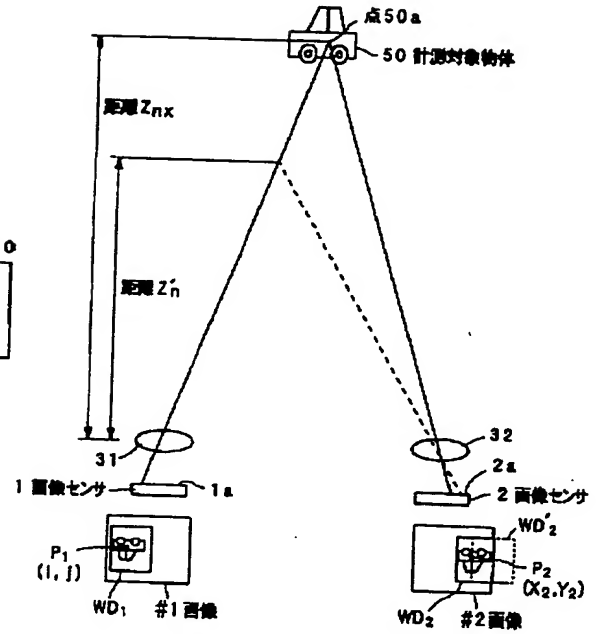
【図6】



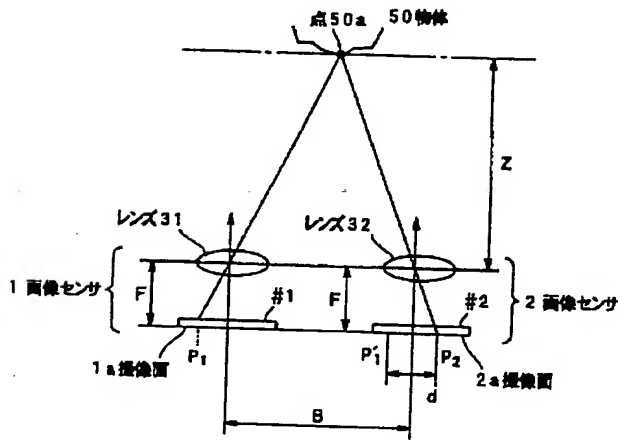
【図7】



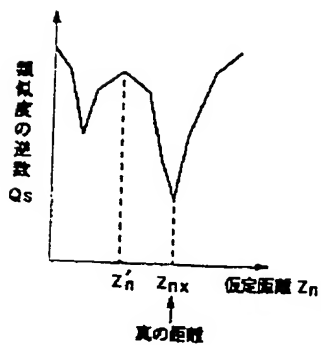
【図9】



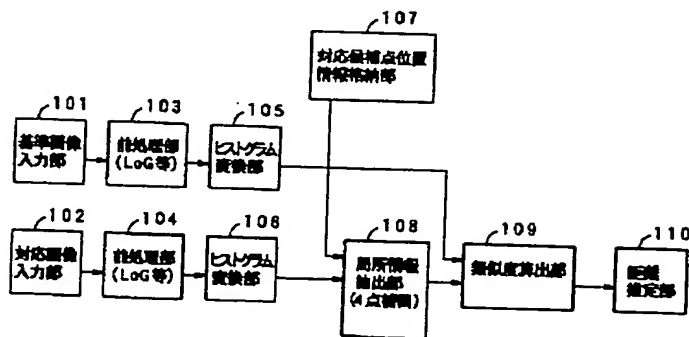
【図8】



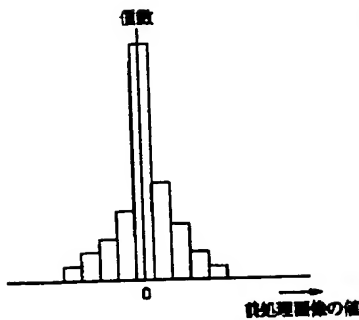
【図10】



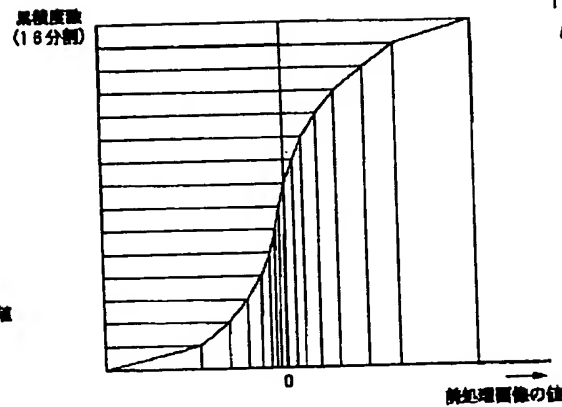
【図11】



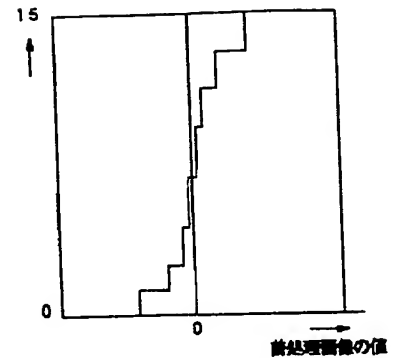
【図12】



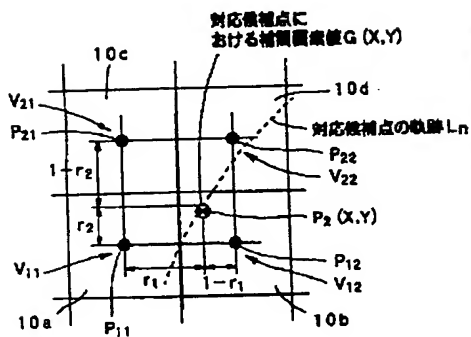
【図13】



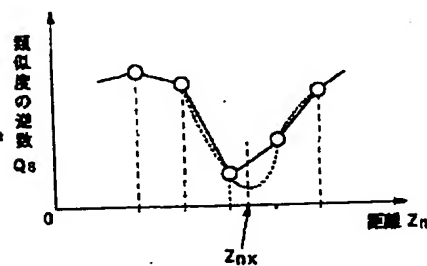
【図16】



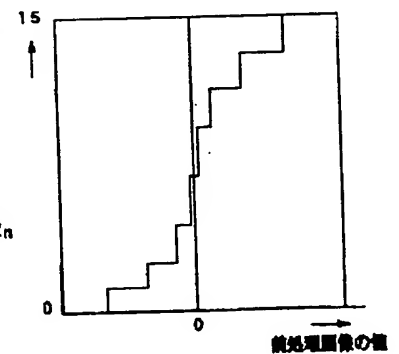
【図14】



【図15】



【図17】



【手続補正書】

【提出日】平成11年1月20日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0110

【補正方法】変更

【補正内容】

【0110】すると、上記(3)式の右边第2項の全体シフト量 $H_i(z_n)$ 、 $H_j(z_n)$ をそれぞれ8ビットで

$$2 \times (320 \times 240) \times 32 \times 4 \text{ビット} \\ (X, Y \text{分}) \quad (\text{画像サイズ分}) \quad (z_n \text{分})$$

だけの記憶容量を要するので、これらの合計、

$$2 \times 32 \times 8 \text{ビット} + 2 \times (320 \times 240) \times 32 \times 4 \text{ビット} = \text{約} 20 \text{メガビット} = \text{約} 2.5 \text{メガバイト}$$

表し、右边第3項の局所シフト量 $\Delta i(i, j, z_n)$ 、 $\Delta j(i, j, z_n)$ をそれぞれ4ビットで表すと、(3)式右边第2項については、

$$2 \times 32 \times 8 \text{ビット} \\ (X, Y \text{分}) \quad (z_n \text{分})$$

だけの記憶容量を要し、(3)式右边第3項については、

だけの記憶容量が対応候補点位置情報圧縮格納部207に備わっていればよい。

フロントページの続き

- (72)発明者 木村 茂
神奈川県川崎市宮前区菅生ヶ丘9-1-403
- (72)発明者 中野 勝之
東京都目黒区中目黒2-2-30
- (72)発明者 山口 博義
神奈川県平塚市四之宮2597 株式会社小松製作所特機事業本部研究部内

- (72)発明者 新保 哲也
神奈川県平塚市四之宮2597 株式会社小松製作所特機事業本部研究部内
- (72)発明者 川村 英二
神奈川県川崎市宮前区有馬2丁目8番24号株式会社サイヴァース内
- (72)発明者 緒方 正人
神奈川県鎌倉市上町屋345番地 三菱プレシジョン株式会社内